



(19)

(11) Publication number: 06073598 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 03133502

(51) Intl. Cl.: C25D 17/00 C25D 5/08 H01L 21/288

(22) Application date: 08.05.91

(30) Priority:		(71) Applicant: SUGANUMA KEIICHIRO
(43) Date of application publication:	15.03.94	(72) Inventor: SUGANUMA KEIICHIRO
(84) Designated contracting states:		(74) Representative:

**(54) METHOD FOR  
PRODUCING  
SEMICONDUCTOR AND  
DEVICE THEREFOR**

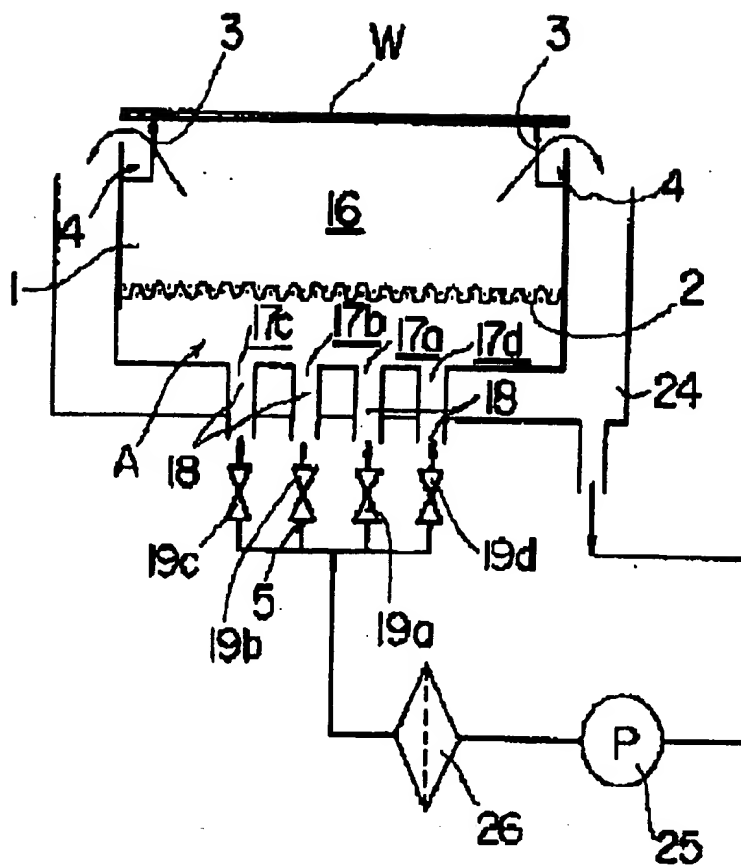
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To subject a semiconductor wafer to plating in a uniform thickness and to carry out chemical treatment or other treatment.

**CONSTITUTION:** A semiconductor wafer W is held over a treating vessel 1 with the top open so that the surface of the wafer W to be treated is positioned downward, a treating soln. is fed from plural parts in the treating vessel 1 and electric current is supplied between a lower electrode 2 and an upper electrode 3 disposed in the vessel 1 while allowing the treating soln. to overflow the vessel 1 to subject the semiconductor wafer W to plating, chemical treatment or other treatment.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio

BEST AVAILABLE COPY



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-73598

(43) 公開日 平成6年(1994)3月15日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 25 D 17/00	C			
5/08				
H 01 L 21/288	E	9055-4M		

審査請求 未請求 請求項の数6(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-133502

(22) 出願日 平成3年(1991)5月8日

(71) 出願人 391038741

菅沼 啓一郎

大阪府大阪市旭区高殿2-19-17

(72) 発明者 菅沼 啓一郎

大阪市旭区高殿2丁目19番17号

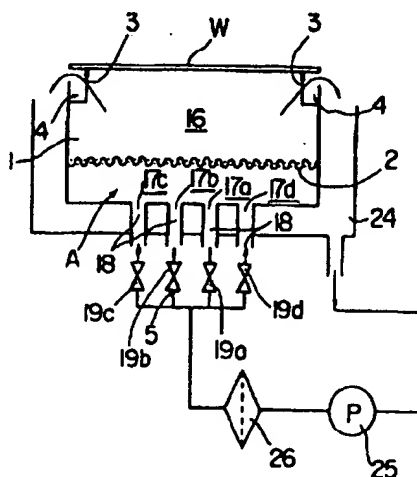
(74) 代理人 弁理士 柳野 隆生

(54) 【発明の名称】 半導体製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体ウェハを均一な厚みでメッキ処理を施したり、同様に化成処理等を行うものである。

【構成】 上方を開放した処理槽1の上方に半導体ウェハ-Wをその被処理面を下にして保持し、処理槽1内の複数箇所より処理液を供給することにより処理槽1の上方からオーバーフローさせながら、処理槽1内に配設された下部電極2と上部電極3間に電流を流して半導体ウェハ-Wにメッキ、化成等の処理を施すものである。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 上方を開放した処理槽の上方に半導体ウェハーをその被処理面を下にして保持し、処理槽内の複数箇所より処理液を供給することにより処理槽の上方からオーバーフローさせながら、処理槽内に配設された下部電極と上部電極間に電流を流して半導体ウェハーにメッキ、化成等の処理を施す半導体製造方法。

【請求項2】 複数箇所より供給される処理液の流量や供給時間を調整しうる制御手段を設けてなる請求項1記載の半導体製造方法。

【請求項3】 処理槽の底面に等間隔に複数の供給口を設け、制御手段としてそれぞれの供給口への供給の途中に流量調整弁を設けることにより流量を調整可能とするとともにそれぞれの供給口より間欠的に処理液を供給する請求項2記載の半導体製造方法。

【請求項4】 上方を開放した処理槽の上方に半導体ウェハーをその被処理面を下にして保持し、半導体ウェハーの被処理面に処理液を噴流させながら上下電極間に電流を流して半導体ウェハーにメッキ、化成等の処理を施す半導体製造装置において、処理槽内の複数箇所に処理液を供給する供給口を設けたことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】 複数箇所より供給される処理液の流量や供給時間を調整しうる制御手段を設けてなる請求項4記載の半導体製造装置。

【請求項6】 処理槽の底面に等間隔に複数の供給口を設け、制御手段としてそれぞれの供給口への供給の途中に流量調整弁を設けることにより流量を調整可能とするとともにそれぞれの供給口より間欠的に処理液を供給する請求項5記載の半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体製造方法並びにその装置、より詳細には、半導体ウェハーにバンプ電極や配線を形成したり、化成処理を施す場合に好適する噴流式のメッキ方法や化成方法並びにそれらに用いる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置を製造する場合、半導体ウェハーに対し、メッキ処理を施したり、化成処理を施すことがある。例えば、DHD (Double Beisink Diode) 型ダイオードを製造する場合や、TAB (Tape Automated Bonding) 型半導体装置を製造する場合、半導体ウェハーに対し、Ag、Au、Cu、半田等よりなる50~60μm程度のバンプ電極を形成している。また、Auその他の金属により、配線を形成している。そして、このようなバンプ電極や配線を形成する場合、一般に噴流式のメッキ装置が用いられている。具体的には、メッキ液を底面の中央から導入し上方からオーバーフローさせる噴流式のメッキ槽と；このメッキ槽内に配設された下部電

2

極と；メッキ槽の上部にメッキ槽の上部から若干突出するように配設され、半導体ウェハーをその被処理面を下にして保持する複数の上部電極とを有し；半導体ウェハーの被処理面にメッキ液を噴流させながら上下電極間に電流を流して半導体ウェハーにメッキ処理を施すものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来のメッキ装置にあっては、図10の如くメッキ液aをメッキ槽bにおける底面cの中央から導入し上方からオーバーフローさせるため、この噴出口dと対面している半導体ウェハーWの中央部にメッキ液aが当たって放射状に流れるので、半導体ウェハー中央部のメッキ層の成長が早くなり、メッキ層の厚みが中央部と周辺では20%程度も異なり、不均一になるという問題点がある。また、底面cの中央から導入した場合にメッキ液aが放射状に流れずに、一方向に偏った流れを生じることがあり、その場合には、メッキ処理の前半と後半で半導体ウェハーの向きを反転させて、メッキ層の厚みの均一化を図って前述の問題に対処していたが、それでもメッキ層の厚みが半導体ウェハーWの中央部と周辺では10%程度も異なり完全に厚みを均一にすることが不可能であるとともに、その作業に手間がかかるという問題点がある。

【0004】 そこで、本発明は、半導体ウェハーを均一な厚みでメッキ処理を施したり、同様に化成処理等を行うことができる半導体製造方法並びにその装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明の半導体製造方法は、上方を開放した処理槽の上方に半導体ウェハーをその被処理面を下にして保持し、処理槽内の複数箇所より処理液を供給することにより処理槽の上方からオーバーフローさせながら、処理槽内に配設された下部電極と上部電極間に電流を流して半導体ウェハーにメッキ、化成等の処理を施すものである。

【0006】 また、同じく上記目的を達成するために、本発明の半導体製造装置は、上方を開放した処理槽の上方に半導体ウェハーをその被処理面を下にして保持し、半導体ウェハーの被処理面に処理液を噴流させながら上下電極間に電流を流して半導体ウェハーにメッキ、化成等の処理を施す半導体製造装置において、処理槽内の複数箇所に処理液を供給する供給口を設けたことを特徴とするものである。

【0007】 更に、後述する効果により、複数箇所より供給される処理液の流量や供給時間を調整しうる制御手段を設けるのが望ましく、特に処理槽の底面に等間隔に複数の供給口を設け、制御手段としてそれぞれの供給口への供給の途中に流量調整弁を設けることにより流量を調整可能とするとともにそれぞれの供給口より間欠的に

3

処理液を供給するのが好ましい。

【0008】

【作用】以上の如く本発明の半導体製造装置によれば、上方を開放した処理槽の上方に半導体ウェハをその被処理面を下にして保持し、例えば流量調整弁の一つを開いて処理槽の底面又は側面に設けた供給口から一定時間処理液を供給し、次に開いた流量調整弁を閉じて他の流量調整弁を開いて供給口から一定時間処理液を供給し、また同様に他の供給口から一定時間処理液を供給することにより、周知の半導体ウェハの被処理面に処理液が送りこまれ、処理液の先端からオーバーフローすることにより、処理液により半導体ウェハの被処理面をメッキ処理又は化成処理される。そして、オーバーフローした処理液は容器で受け、ポンプ及びフィルターを介して、再び処理槽内の供給口から導入されるのである。

【0009】

【実施例】本発明の詳細を更に図示した実施例により説明する。図1から図3に示す半導体製造装置は、本発明の代表的実施例である。半導体製造装置Aは、処理槽1、下部電極2、上部電極3、包囲手段4、制御手段5

で構成されている。特に、半導体製造装置Aの大きな特徴は、処理槽1内の複数箇所より処理液を供給する点にある。

【0010】まず、処理槽1は、図3の如くポリプロピレン等の樹脂よりなる上方を開放したものである。下部電極2は、図3の如く前記処理槽1内に配設されているメッシュ状のものであり、即ち隔極である。上部電極3は、図3の如く処理槽1の上部に処理槽1の上端より数mm程度突出するように配設され、半導体ウェハWをその被処理面を下にして保持する陰極ピンである。尚、特に図示しないが、図示した上部電極3の代わりに、半導体ウェハWの被処理面の背面より電流を流す陽面電極を採用することもできる。

【0011】包囲手段4は、図2に示す如く処理槽1の上端に等間隔に設けており、前記上部電極である陰極ピン3の周囲を絶縁性の流体で包囲するものである。この包囲手段4は、図4に示す如く陰極ピン3を貫通させたセラミック等よりなるブッシング6の穴6aの径を、陰極ピン3より若干大きく形成するとともに、陰極ピン3の中途部に、図5に示すように、ブッシング6の内径とほぼ等しい外径の偏平部7a、7bを設け、下端に雄ネジ7cを有する。このため、陰極ピン3をブッシング6の中心に保持することができる。図7に示すように、陰極ピン3とブッシング6との間に隙間、即ち流体流出路8が形成されている。また、陰極ピン3への給電導体9、10に於いて、流体導入路11a、11bを有する。この流体導入路11a、11bは、例えば断面が円形の取付12、横孔13の中に、これとは同一径を有し、一部に切削加工による小断面部9a、10aを有するステンレス等よりなる給電導体9、10を挿通することによって

4

形成することができる。給電導体9及び陰極ピン3は、それぞれ下端に形成された雄ネジを、給電導体10の上面両端に形成した雌ネジに螺合し、電気的及び機械的に接続固定されている。図4中、14a~14dはそれぞれOリングである。尚、この包囲手段4に用いる絶縁性の流体は、特に空素ガスが好ましいが、他にも空気等の気体、純水等の液体を用いることもできる。また、図2及び図3に示す15は、処理槽1の上面に設け、陰極ピン3よりも外方位置に突出する半導体ウェハWの位置決めピンである。

【0012】制御手段5は、処理槽1内の複数箇所より供給されるメッキ液等の処理液16の流量や供給時間を調整するものである。即ち、図例の制御手段5は、図2及び図3に示すように処理槽1の底面に、等間隔に複数の供給口17・・を設け、この供給口17との取合管18を設け、図1の如くそれぞれの供給口17・・への供給の途中に流量調整弁19・・を設け、この流量調整弁19・・により処理槽1内に供給される処理液16の流量や供給時間を調整するようにしたものである。尚、処理槽1に設ける供給口17は、2個以上であればよく、また供給口17を設ける場所も処理槽1の底面又は側面であってもよい。特に、処理槽1の側面に供給口17を設ける場合には、処理液が処理槽1内の斜め上方に供給されるように供給口17を位置させ、処理液を渦流で供給することもできる。また、特に図示しないが、処理槽1に供給口17を設ける代わり、処理槽1内に供給管を配管し、この供給管口より処理液を供給することにより、処理槽1内の複数箇所より供給することも可能である。

【0013】次に、流量調整弁19は、バクフライ弁、ボール弁等のさまざまな公知の弁を用いることができるのであるが、特に図例の流量調整弁19は、図8に示すように計装空気によって作動するいわゆるピンチバルブを用いている。即ち、処理槽1の取合管18に接続するテフロンチューブ20の途中にこの流量調整弁19を設け、図8の如く導入管21より1.5~2.0kg/cm<sup>2</sup>の計装空気22を供給することにより弁本体23内を加圧して、この弁本体23内に設けられたシリコンチューブ23aを圧縮することにより、処理液の流量を調整したり、閉じることができるのである。

【0014】そして、半導体製造装置A全体は、図1に示すように処理槽1の上方に設けた上部電極3に半導体ウェハWをその被処理面を下にして保持し、処理槽1の下方の複数箇所から処理液が導入され、処理槽1の上端からオーバーフローさせることにより、半導体ウェハWの被処理面をメッキ処理又は化成処理し、オーバーフローした処理液は容器24で受け、ポンプ25及びフィルター26を介して、再び処理槽1の供給口17・・から導入されるのである。

【0015】面して、本発明の代表的実施例の半導体製造装置Aによれば、図1に示すように処理槽1の上方に

5

設けた上部電極3に半導体ウェハ-Wをその被処理面を下にして保持し、流体導入口27から、流体例えば空素ガス28を導入すると、空素ガス28は、流体導入路11a、11b及び陰極ピン3とプッシング6との間の流体突出路8を通して、陰極ピン3の周囲から流出される。そして、図1及び図9のように流量調整弁19aを開いて処理槽1の底面に設けた供給口17aから一定時間処理液を供給し、次に流量調整弁19aを閉じて流量調整弁19bを開いて処理槽1の底面に設けた供給口17bから一定時間処理液を供給し、また同様に供給口17c、供給口17dから一定時間処理液を供給することにより、間欠的に半導体ウェハ-Wの被処理面に処理液が送りこまれ、処理槽1の上端からオーバーフローすることにより、処理液16により半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理又は化成処理される。そして、オーバーフローした処理液は容器24で受け、ポンプ25及びフィルター26を介して、再び処理槽1内の供給口17から導入されるのである。

【0016】更に、実験結果に基づいて詳しく説明する。

【実験例】図1から図9に示す本発明の代表的実施である半導体製造装置Aを用いて、処理液16であるメッキ液により半導体ウェハ-Wをメッキ処理し、従来の半導体製造装置を用いた場合に比べて、半導体ウェハ-Wのメッキの状態を比較する。

(条件)

処理槽1の寸法：内径120mm、深さ60mm

集合管18の寸法：内径10mm

メッキ液：Au(金)

電流波形：直流

電流密度：5 mA/cm<sup>2</sup>

電流：27.4 mA

流量：3.5 l/min

メッキ時間：75分

処理液の温度：65℃

6

\*半導体ウェハ-Wの寸法：外径150mm、 $L_1 = 25\text{mm}$ 、 $L_2 = 105\text{mm}$  (図9及び図10における寸法)

目標のメッキの厚み：22 $\mu\text{m}$

【0017】(方法) 図9のように流量調整弁19aを開いて処理槽1の底面に設けた供給口17aから2分間メッキ液16を供給し、次に流量調整弁19aを閉じて流量調整弁19bを開いて処理槽1の底面に設けた供給口17bから2分間メッキ液16を供給し、また同様に供給口17c、供給口17dから2分間メッキ液16を供給することにより、半導体ウェハ-Wの被処理面にメッキ液16が送りこまれ、処理槽1の上端からオーバーフローすることにより、メッキ液16により半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理する。同様に、2分間ごとに間欠的に供給口17a、17b、17c、17dを順に繰り返して開放してメッキ液16を供給し、最後に1分間づつ同様に供給を行うことにより、半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理して、半導体ウェハ-Wのそれぞれの箇所のメッキ層の厚みを測定する。また、参考のため同様に半導体製造装置Aを用い、供給口17dのみを開放し、この供給口17dより、メッキ液16を導入し、半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理して、半導体ウェハ-Wのそれぞれの箇所のメッキ層の厚みを測定する。従来の半導体製造装置を用いた場合には、同じ条件で図10のように処理槽1の中央に設けた1個の供給口17よりメッキ液aを導入し、半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理して、半導体ウェハ-Wのそれぞれの箇所のメッキ層の厚みを測定する。

【0018】(結果) 本発明の代表的実施である半導体製造装置Aを用いた場合の、半導体ウェハ-Wにおけるそれぞれの箇所のメッキ層の厚み(単位： $\mu\text{m}$ )をまとめたのが、表1である。

【0019】

【表1】

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	平均	標準偏差
23.1	22.0	22.3	20.2	20.9	22.4	21.4	22.7	21.9	21.9	0.65

【0020】また、参考のため半導体製造装置Aを用い、供給口17dのみを開放し、この供給口17dより、メッキ液16を導入し、半導体ウェハ-Wの被処理面をメッキ処理した場合の半導体ウェハ-Wにおけるそれぞれの箇所のメッキ層の厚み(単位： $\mu\text{m}$ )をまとめたのが、表2である。

【0021】

【表2】

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	平均	標準偏差
24.9	20.6	20.0	24.3	26.1	28.1	20.7	18.6	24.6	23.1	3.03

【0022】従来のメッキ装置を用いた場合の半導体ウェハーWにおけるそれぞれの箇所のメッキ層の厚み（単位： $\mu\text{m}$ ）をまとめたのが、表3である。

【0023】  
表3】

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	平均	標準偏差
22.7	26.6	30.1	25.1	21.8	21.4	26.4	26.7	22.2	24.8	2.78

【0024】このように、従来のメッキ装置を用いた場合には、表3に示すように半導体ウェハーWの中央部（W3、W2、W7、W8）のメッキ層が厚くなり、特に噴出口dと対面するW3の箇所においては、メッキの厚みが $30.1\mu\text{m}$ となって最大となり、また目標のメッキの厚み $22\mu\text{m}$ に対してメッキ層の平均厚みは $24.8\mu\text{m}$ となる。そして、各測定点での厚みのバラツキの目安となる標準偏差の値は2.78となりメッキ層の厚みに大きなバラツキが生じる。これに対して、半導体製造装置Aを用いれば、表1に示すように半導体ウェハーWのメッキ層の厚みのバラツキが少なくなり、特にバラツキの大きな箇所（W4）でも、メッキの厚みが $20.2\mu\text{m}$ 程度であり、また目標のメッキの厚み $22\mu\text{m}$ に対してメッキ層の平均厚みは $21.9\mu\text{m}$ となる。そして、標準偏差の値も0.86となり非常にメッキ層の厚みのバラツキが少なくなる。また、参考のため供給口17dのみを開放し、この供給口17dより、メッキ液を導入した場合には、表2に示すように半導体ウェハーWの外周部である特にW6の箇所がメッキ層の厚みが厚くなり、また目標のメッキの厚み $22\mu\text{m}$ に対して平均のメッキの厚みは $23.1\mu\text{m}$ となる。そして、標準偏差の値は3.03となり、従来のメッキ装置を用いた場合よりもメッキ層の厚みのバラツキがより大きくなる。このように、半導体製造装置Aによれば、非常に効果的に半導体ウェハーWを均一な厚みでメッキ処理を施すことができる。

【0025】更に、半導体製造装置Aによれば、図1に示すように処理槽1の上方に設けた上部電極3に半導体ウェハーWをその被処理面を下にして保持し、流体導入口27から、流体例えば窒素ガス28を導入すると、窒素ガス28は、流体導入路11a、11b及び陰極ピン3とプッシング6との間との間の流体流出路8を通過して、陰極ピン3の周囲から流出される。このため、陰極ピン3の周囲は窒素ガス28に包囲されるため、陰極ピン3が処理液16に接触しなくなり、応じて陰極ピン3に半導体ウェハーWをバイパスする電流が流れなくなり、この結果、陰極ピン3に不所望の金属が析出付着することがなく、陰極ピン3と半導体ウェハーWが析出金属によって接続一体化することがなくなり、陰極ピン3から半導体ウェハーWが取れなくなるといったことがなくなる。また、陰極ピン3にバイパス電流が流れなくなるので、メッキ条件の設定が、非常に容易になる。更に、陰極ピン3に不所

望の金属が析出しないので、その除去作業も不要であり、装置の稼働率が向上する。更にまた、陰極ピン3の先端を半導体ウェハーWに食い込ませる必要がないので、半導体ウェハーWを破損することもない。尚、窒素ガス28は、必ずしも常に流し続ける必要はなく、その表面張力によって、陰極ピン3の周囲に、単に泡状に付着していてもよい。

【0026】

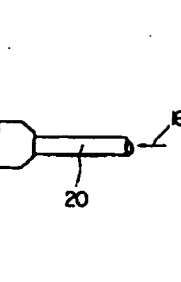
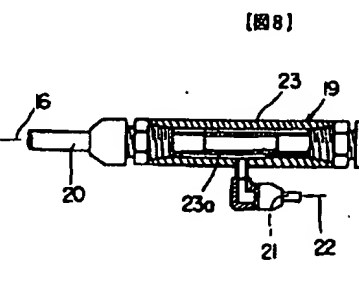
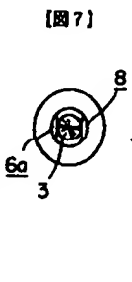
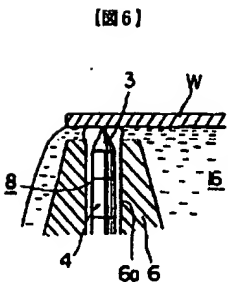
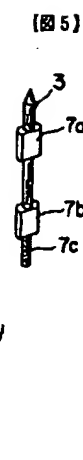
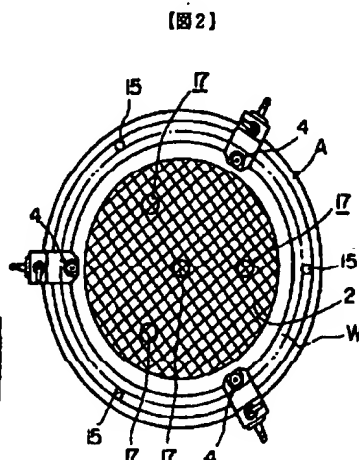
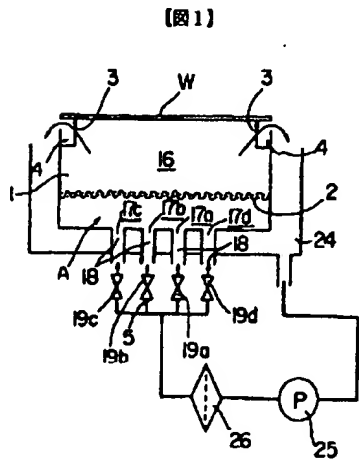
【発明の効果】本発明の半導体製造方法並びにその方法によれば、半導体ウェハーをその被処理面を下にして処理槽の上方に保持し、処理槽内の複数箇所より処理液を供給して半導体ウェハーの被処理面に処理液が送りこまれ、処理槽の上端からオーバーフローすることにより、処理液により半導体ウェハーの被処理面をメッキ処理又は化成処理されるので、半導体ウェハーの一箇所に、処理液が集中的に送り込まれることなく、半導体ウェハー全体が均一なメッキ処理或いは化成処理が施される。具体的には、半導体ウェハーにメッキ処理を施した場合、半導体ウェハーの中央部と周辺でのメッキ層の厚みのバラツキを5%以内にすることができ、また、複数箇所より供給される処理液の流量や供給時間を調整しうる制御手段を用いた場合には、処理槽内の複数箇所より供給される処理液の流量や供給時間をさまざまな条件に応じて調整することができるので、より半導体ウェハー全体を均一なメッキ処理或いは化成処理を施すことができる。更に、処理槽の底面に等間隔に複数の供給口を設け、制御手段としてそれぞれの供給口への供給の途中に流量調整弁を設けることにより流量を調整可能とするとともにそれぞれの供給口より均一的に処理液を供給するようにすれば、処理槽の底面に設けた供給口より処理液を半導体ウェハーの被処理面に直接供給することができ、またそれぞれの供給口より均一的に処理液を供給するため、すべての供給口より一度に処理液を供給する場合に比べて処理液の流れの乱れ、方向、偏りを制御することができるので、より半導体ウェハー全体を均一なメッキ処理或いは化成処理を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の代表的実施例の半導体製造方法の原理図

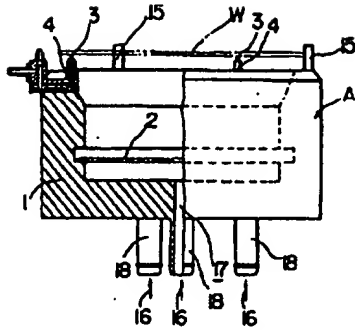
【図2】本発明の代表的実施例の半導体製造装置の平面図

- 【図3】 同じく一部を断面で示した正面図  
 【図4】 流体導入路の断面図  
 【図5】 上部電極の一例の斜視図  
 【図6】 上部電極を絶縁性の流体で包囲する手段を示す断面図  
 【図7】 同じく包囲手段の平面図  
 【図8】 流量調整弁の一例を示す一部断面図  
 【図9】 本発明の代表的実施例の半導体製造装置を用いた場合の半導体ウェハへの処理液の供給状態を示す説明図  
 【図10】 従来の半導体製造装置を用いた場合の半導体ウェハへの処理液の供給状態を示す説明図
- 【符号の説明】  
 A 半導体製造装置  
 W 半導体ウェハ  
 1 処理槽  
 2 下部電極  
 3 上部電極  
 4 包囲手段  
 5 制御手段  
 6 プッシング  
 7 偏平部
- 8 流体流出路  
 9 給電導体  
 10 給電導体  
 11 流体導入路  
 12 縦孔  
 13 横孔  
 14 Oリング  
 15 位置決めピン  
 16 処理液  
 17 供給口  
 18 取合管  
 19 流量調整弁  
 20 テフロンチューブ  
 21 導入口  
 22 弁本体  
 23 シリコンチューブ  
 24 容器  
 25 ポンプ  
 26 フィルター  
 27 流体導入口  
 28 窒素ガス

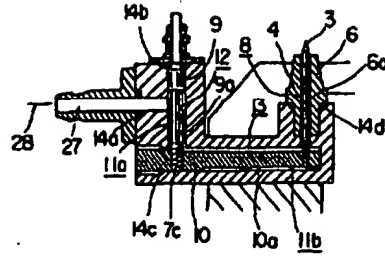




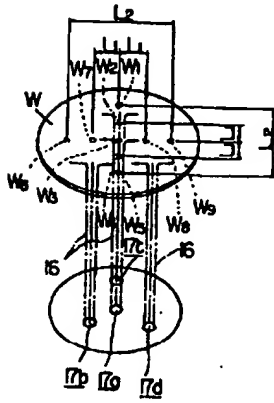
【図3】



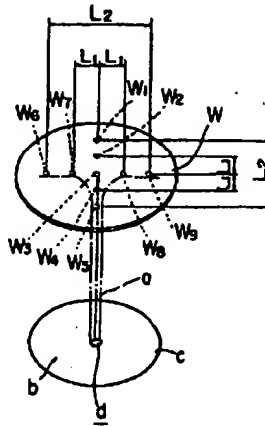
【図4】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**